

# 船用设备智能化升级方案研究

于栋亮, 金晓亮, 孙国龙, 史先茂

上海外高桥造船有限公司, 上海

收稿日期: 2022年3月28日; 录用日期: 2022年4月22日; 发布日期: 2022年4月29日

## 摘要

船舶智能化已成为船舶未来的重要发展方向之一, 本文以传统船舶系统设备为基础, 对船舶在智能化需求增加的情况下, 对现有设备进行智能化升级后, 从船舶信息系统架构、数据信息感知、数据传输与基于数据的软件应用开发等方面, 对数据系统采集到的大量数据进行传输、存储和应用研究, 形成了以系统设备升级和数据拓展驱动的船舶设备智能化升级方案, 对今后的船舶智能化有一定的参考价值。

## 关键词

智能船舶, 集成平台, 智能升级

# Research on Intelligent Upgrading Scheme of Marine Equipment

Dongliang Yu, Xiaoliang Jin, Guolong Sun, Xianmao Shi

Shanghai Waigaoqiao Shipbuilding Co., Ltd., Shanghai

Received: Mar. 28<sup>th</sup>, 2022; accepted: Apr. 22<sup>nd</sup>, 2022; published: Apr. 29<sup>th</sup>, 2022

## Abstract

Ship intelligence has become one of the important development directions of ships in the future. Based on the traditional ship system equipment, this paper upgrades the existing equipment intelligently under the situation of increasing intelligent demand for ships, from the ship information system architecture, data information perception, data transmission and data-based software application development, etc. In terms of transmission, storage and application of a large amount of data collected by the data system, a ship equipment intelligent upgrade plan driven by system equipment upgrade and data expansion has been formed, which has a certain reference value for future ship intelligence.

## Keywords

### Intelligent Ship, Integrated Platform, Intelligent Upgrade

Copyright © 2022 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

## 1. 引言

智能化指由现代通信与信息技术、计算机网络技术、智能控制技术等汇集而成的针对某个对象的应用,并基于计算机技术、自动控制技术和大数据处理和分析技术,在船舶航行、管理、维护保养、货物运输等方面实现智能化运行的船舶,以使船舶更加安全、更加环保、更加经济和更加可靠[1]。

韩国对智能船舶的研制由大宇造船海洋、现代重工、三星重工来开展。2013年,现代重工开启了以“经济、安全、高效航行服务”为主旨的“智能船舶 2.0”计划。基于“智能船舶 2.0”,现代重工还提出了“Connected Ship”的新概念,把船舶、港口、陆上物流信息一并提供给船舶运营[2];日本将发展智能船舶的重心摆在智能导航等相关系统方面,日本造船厂和海运公司将利用人工智能技术联手开发自动航行船舶,并计划于 2025 年推出产品[3]。日本造船厂希望利用这一核心技术,把其在全球造船业的市场份额由目前的 20% 提升至约 30%;2018 年 11 月,瓦锡兰在挪威海事局的监督下完成了“Folgefonn”号渡轮自动航行和自动到岸的实验。

智能化发展必然带来系统设备的增加和数据流量的增加,现有船舶在智能化需求增加的情况下,对系统进行智能化升级,需要解决船舶信息系统架构、数据信息感知、数据传输等方面难题,因此本文将从系统设备升级和数据拓展两个方面进行研究,以保证从硬件和软件两个方面适应船舶智能化的进程。

## 2. 传统船用设备

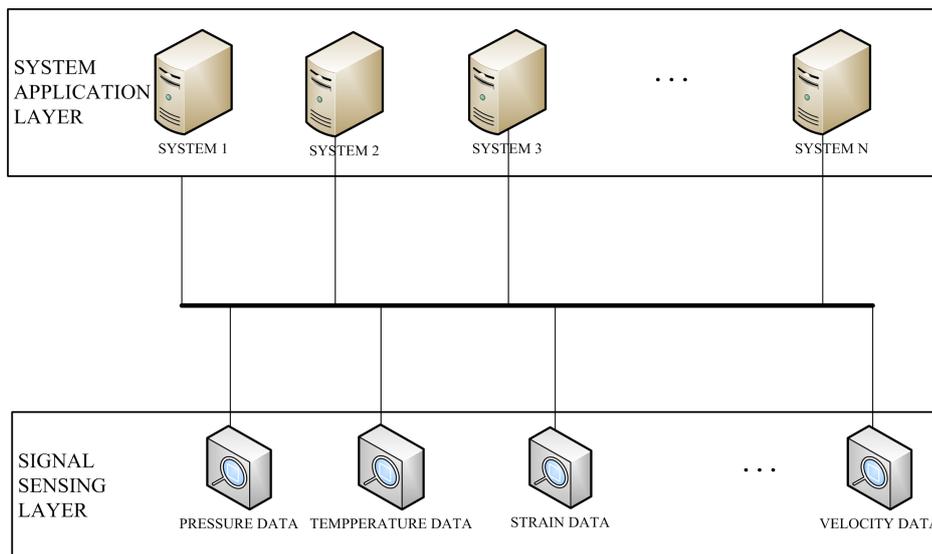
### 2.1. 传统船舶系统分类

船舶主要系统包括船舶主动力装置及辅助系统、轴系、船舶机舱系统、船舶冷藏、空调及通风系统、船舶航行系统。船舶主动力装置及辅助系统是船舶的重要组成部分,它为船舶提供动力和各种二次能源(电、蒸汽、热水、压缩空气等),船舶动力装置是各种机电设备和系统的综合的复杂的工程系统,主要包括船舶主机、发电机、锅炉、辅助动力装置[4]。船舶机舱包括遥控系统、自动控制系统、安全监视系统,船舶冷藏、空调及通风系统包括制冷装置、冷库、船舶空气调节、船舶通风等。

### 2.2. 传统船用设备数据拓扑结构

随着现代船舶随着吨位越来越大、功能越来越多、系统越来越复杂、船用设备也越来越多样化[5]。传统船舶各系统之间信息交流与数据传递很少,这使得各系统之间的存在比较独立,从而使得船用设备也基于系统独立配置,由于系统之间存在信息传递壁垒,设备之间若想完成数据传输,就需要在数据传输设备之间进行电缆连接,面对日益增长的数据传输需求,这会极大限制设备之间的通讯能力、设备状态感知能力、系统的数据扩容能力,使得对数据的收集处理变得更加困难,如图 1 所示。由于设备之间的所有接口、电缆敷设在设计阶段就已经冻结,若要对系统进行大的升级改造,所付出的时间成本与经济成本巨大,且设备的通讯接口与数据格式未曾在设计阶段进行统一,若设备之间的数据通讯需要进行

数据格式的转换，数据传递效率低下，且容易出现错误[6]。



**Figure 1.** Data communication between marine equipment  
**图 1.** 船用设备之间的数据通信

### 2.3. 船用设备发展

传统船舶的机舱设备、航行设备、货舱设备、甲板设备、航行设备等均有相对应的人员进行相关管理和操作，但由于相关系统设备之间的独立性比较强，相互之间的信息交流存在一定的障碍，随着船舶设备数量越来越多，系统的复杂程度越来越高，大型船舶更甚，而船员的配置基本为十几人左右。这使得船员的负担越来越重，这样会降低船员的工作效率，在现有人员配置不变的情况下，这会使船员的工作强度和工作负担会越来越高。随着船舶设备不断变更，对于船员的减负，提高设备和系统的智能化变的越来越重要，其中主要以智能航行、智能船体、智能机舱、智能能效管理、智能货物管理为研究方向[7]。

智能航行系指利用计算机技术、控制技术对感知和获得的信息进行分析和处理，对船舶航路和航速进行设计和优化；航行时，借助岸基支持中心，船舶能在开阔水域、狭窄水道、复杂环境条件下自动避碰，实现自主航行。

智能船体是基于船体数据库的建立与维护，为船体全生命周期内的安全和结构维修保养提供辅助决策，同时还可以通过船体相关数据的自动采集与监测，提供船舶操纵的辅助决策。

智能机舱能够综合利用状态监测系统所获得的各种信息和数据，对机舱内机械设备的运行状态、健康状况进行分析和评估，用于机械设备操作决策和维护保养计划的制定。

智能能效管理是指能够通过船舶航行状态、耗能状况的在线监测与数据的自动采集，对船舶能效状况、航行及装载状态等进行评估，并通过大数据分析、数值分析及优化技术，为船舶提供数据评估分析结果和辅助决策建议，以及航速优化、基于纵倾优化的最佳配载等解决方案，实现船舶能效实时监控、智能评估及优化，以不断提高船舶能效管理水平。

智能货物管理是指利用传感器等感知设备对货物、货舱和货物保护系统的参数进行自动采集，并基于计算机技术、自动控制技术和大数据处理和分析，以实现货舱、货物和货物保护系统状态的监测、报警、辅助决策和控制，同时还可以基于监测和获得的数据，进行货物优化配载和自动装卸，以实现船舶

货物的智能管理。

这是对智能系统的初步认知与规划，随着设备更新以及智能化的加快，智能系统的软硬件将快速发展，对于智能系统的设备以及随之而来的数据感知应用等问题的研究也随之提上日程，需要进行研究。

### 3. 智能化升级方案研究

#### 3.1. 智能系统设备升级方案研究

智能船舶的功能分为智能航行、智能船体、智能机舱、智能能效管理、智能货物管理和智能集成平台。这些主要系统组成现阶段智能系统的主要物理架构，集成平台应具备开放性，能够整合现有船上信息管理系统及后续新增系统，以实现船舶的全面监控与智能化管理，并与岸基实现数据交互，为各个智能功能模块提供硬件基础和软件载体[1]。

智能船舶设备对于信息的感知是通过传感器来完成数据采集的，传感器采集到的信号经过智能网关与汇聚交换机进入集成平台，现有散货船与油船的报警数据采集点大约为 500~700 个，若设备增多或进行智能化系统升级时，所需的报警数据采集点必然会增加，传感器的安装数量也随之增加，新采集到的数据在汇入集成平台时只需接入智能网关即可，如此便可在避免对船体结构进行改动的基础上可完成数据扩展，不仅方便又快捷，又可节约成本。

#### 3.2. 智能系统信息拓展方案研究

数据信息作为船舶智能化发展的基础，随着智能化的推进，船舶各系统愈加复杂，设备增多，信息的感知能力也需与之相匹配。为了解决现有船舶应用系统各自独立、信息分散、管理不佳的情况，集成平台的首要任务是全船的数据汇聚集成，并研究制定统一的信息存储传输标准，对进入集成平台的数据进行标准化处理，以此构建一个统一的数据共享平台，统一提供适应各种船型的数据与信息服务，加速数据存取与流通速度，实现整船信息融合与智能化升级[8]。

集成平台作为船舶智能化的核心，应为处于 1.0 阶段的智能船舶提供相应的数据支撑和信息服务能力，兼容现有船舶系统智能化升级与设备新增所带来的新增数据，为后续介入控制的“智能船舶 2.0”与“自主控制”的“智能船舶 3.0”建设提供支撑，对平台升级能力，数据兼容性，智能控制拓展等前瞻性研究与顶层设计就极为重要。

##### 3.2.1. 信息系统架构

集成平台作为智能船舶的基础架构，通过使用定制化设计船舶软件，增强船舶的智能化数据信心感知能力，将收集到的数据进行处理，以此为基础进行软件开发，以便数据得到更加有效的利用。

集成平台作为数据的中继枢纽，用以连接智能系统设备，如图 2 所示，将设备以及传感器所收集到的数据进行存储和分类，若系统中接入新设备，或者需要新数据时就可以直接从集成平台中获取，避免了重新设计、布线接线及船体结构修改，可以极大减少升级成本。

##### 3.2.2. 船舶信息数据感知

船舶的数据采集系统由传感器、控制器、信号采集设备与数据采集设备组成，通过这些硬件将获得的数据传输到数据库中，对收集到的数据进行标准化处理，使其能够满足集成平台进行数据的适配性要求，以便于对数据进行集中处理，每一个感知模块对一个或一种相同类型设备进行数据采集，再将采集后的数据简单整理后发送给集成平台，智能系统架构如图 3 所示。

##### 3.2.3. 数据传输

由于船舶智能系统数据采集的硬件各不相同，故而采集到的数据在格式，协议规则方面都有所不同，

与此同时大多数系统对于数据有实时性要求，如此便需要对同步之后的数据进行数据分析方面的工作，保证数据在信息平台中做到数据同步，保证数据分析结果的可信度。数据采集系统中各传感器采集数据的时间以及进行数据传递的通讯协议各不相同，对数据进行同步处理是进行后续分析的前提。各个系统将采样点采集到的数据传递给数据同步系统，根据应用的需求可存储于集成平台数据库中。

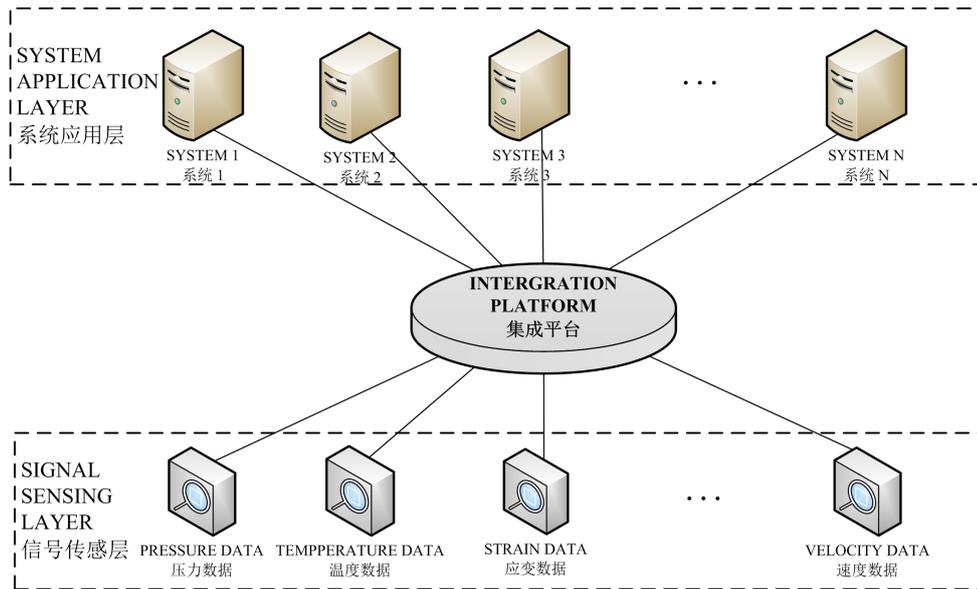


Figure 2. Layout of the integrated platform  
图 2. 集成平台布置图

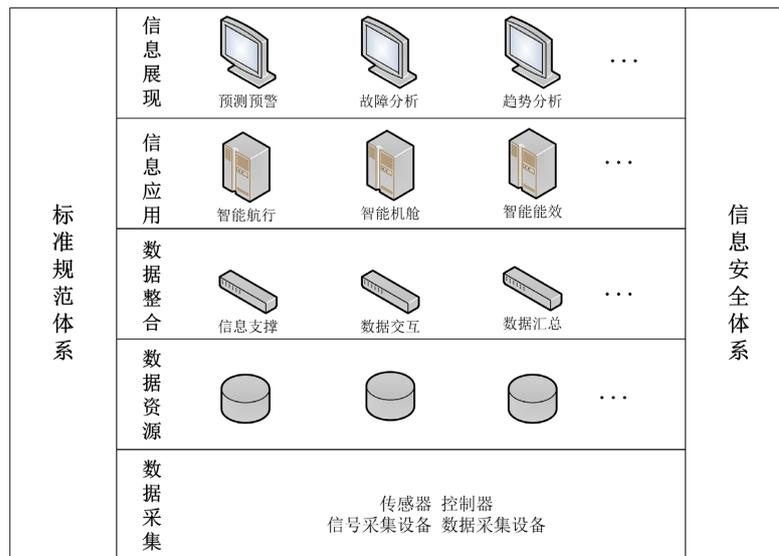


Figure 3. Architecture of ship intelligent system  
图 3. 船舶智能系统架构

### 3.2.4. 基于数据的软件开发

智能系统将数据采集点采集到的数据传递到数据同步系统，根据应用的需求存储于集成平台数据库中，鉴于采集到的数据具有多样性，可利用船舶在运行时存储的相关历史参数对已有的数据进行比对，

并在必要的抽取、清理的基础上进行系统加工、分类汇总、分析整合及交互，利用多维分析方法，以多视角进行分析比较，挖掘数据背后所隐藏的有用信息，并提供结果，对当前的船舶操作及管理提供数据上的支撑，以此为基础开发相关 APP，以及面向使用人员的易于操作的交互式 UI，在随着航行数据的不断积累，对应用不断改进升级，已使其更加智能，甚至达到自主化水平。

### 3.3. 智能系统功能升级方案研究

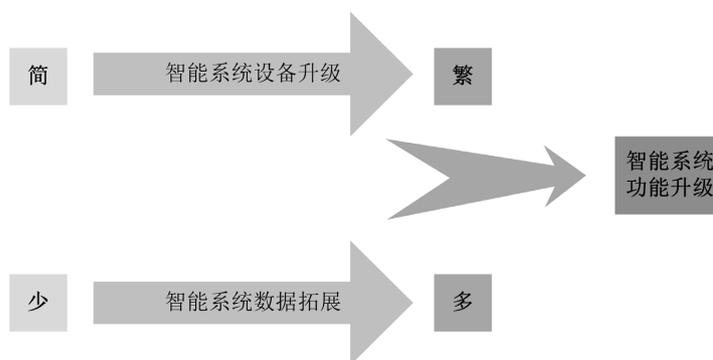
现有的集成平台受技术限制，目前仍处于初级阶段，是智能船舶 1.0 阶段主要组成部分，处于 1.0 阶段的智能主要体现在系统及数据集成、辅助决策，船舶的自主能力有限，随着研究的进一步深入，智能船舶 2.0 和智能船舶 3.0 也将到来，智能航行也将由辅助决策到部分自主最后到完全自主，智能船舶具体发展阶段见表 1 所示。

**Table 1.** The development of intelligent ships

**表 1.** 智能船舶发展

发展阶段	特征	实现功能
1.0	辅助决策	系统及数据集成、辅助决策、全寿期数据服务
2.0	部分自主	部分自主、条件自主、远程遥控，特殊场景下系统会向人提出响应请求，人可以选择干预
3.0	完全自主	船岸港互联、全自主航行

在现阶段的智能船舶仅处于 1.0 阶段，集成平台为这一阶段智能系统的基本架构，智能化主要体现在数据集成、辅助决策、船舶的自主控制能力还比较有限，随着对智能船舶的研究更加深入，船舶智能系统将发展到 2.0 和 3.0 阶段，此时的智能船舶将从部分自主到完全自主，智能系统功能升级关系见图 4 所示。



**Figure 4.** The relationship between intelligent system equipment and data and intelligent system functions

**图 4.** 智能系统设备与数据与智能系统功能的关系

由于智能系统设备增加与智能化程度的提高，系统的数据流量、存取频率、存储量均随之增加，保证数据库的安全，使数据安全、快速准确地进行传输是全船智能系统正常工作的前提。这是智能化发展新出现的功能，主要包括威胁目标识别，安全配置与保护机制。威胁识别包括人员入侵、网络病毒攻击、软件故障、硬件故障、环境变化等；安全配置和机制主要包括网络保护、冗余系统、定位求救、物理防护、自主救护、人员越控。

## 4. 结论

为了应对智能化发展带来系统同设备的增加和数据流量的增加,保证从硬件和软件两个方面适应船舶智能化的进程。本文从船舶信息系统架构、数据信息感知、数据传输与基于数据的软件应用开发等方面进行研究,得到以下结论。

1) 集成平台可以使新升级的设备更加便捷地接入整个船舶系统,数据在汇入集成平台时只需接入智能网关即可,如此便可在避免对船体结构进行改动的基础上完成智能化升级,不仅方便又快捷,又可节约成本。

2) 由于设备智能化升级将产生的大量数据,大量的数据收集也便于进行大数据分析,以数据为基础对当前的船舶操作流程及管理方法进行优化,也可提高系统的人机交互性。另一方面统一的数据格式与集中存储也便于对数据及软件进行保护,保证数据的安全性。

同时,随着云计算、数据湖、边缘计算、大数据、人工智能、区块链等新兴技术的崛起,数字化正在成为许多多元化集团型企业的重要转型方向之一。未来在整个价值链中,数字化将作为增值的创新合作伙伴和引领者驱动业务变革,同时作为驱动创新的主要源泉,为商业模式的创新指引方向,为产品的创新搭建平台,为运营的创新提供保障。因此,数字化和智能化的结合将是未来发展的重要方向。

## 参考文献

- [1] 中国船级社. 智能船舶规范[S]. 北京: 中国船级社, 2015-12-01.
- [2] 刘微, 尚家发. 智能船舶发展现状及我国发展策略研究[J]. 舰船科学技术, 2017, 39(21): 189-193.
- [3] 范维, 许攸. 日本率先拉开“智能船舶”国际标准化战略序幕[J]. 船舶标准化与质量, 2015(4): 39-40.
- [4] 柳晨光, 初秀民, 谢朔, 严新平. 船舶智能化研究现状与展望[J]. 船舶工程, 2016, 38(3): 77-84+92.
- [5] 胥苗苗. IACS 五年战略: 致力于更有竞争力的航运业[J]. 中国船检, 2018(1): 52-55+106-107.
- [6] 高炳, 严健雄, 王磊, 张少明. 智能船舶主要技术分析与小无人船研发[J]. 船舶, 2019, 30(2): 21-26.
- [7] 蒋聪汝. 世界船舶产业发展趋势及其对中国船企的启示[J]. 西北民族大学学报(自然科学版), 2021, 42(1): 78-83+89.
- [8] 唐其瑄, 车驰东. 基于决策树支持向量机算法的船用设备故障诊断[J]. 装备环境工程, 2021, 18(9): 72-77.